



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월07일
 (11) 등록번호 10-1459378
 (24) 등록일자 2014년11월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C07F 15/02 (2006.01) B01J 31/16 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0023726
 (22) 출원일자 2013년03월06일
 심사청구일자 2013년03월06일
 (65) 공개번호 10-2014-0109600
 (43) 공개일자 2014년09월16일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020060129510 A
 WO2011132034 A1

(73) 특허권자
 서울과학기술대학교 산학협력단
 서울특별시 노원구 공릉로 232 (공릉동, 서울과학기술대학교)
 (72) 발명자
 김철
 경기 성남시 분당구 분당로201번길 17, 111동 404호 (서현동, 효자촌현대아파트)
 민길식
 대구광역시 북구 대학로 80 경북대학교 사범대학 화학교육전공 402호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 4 항

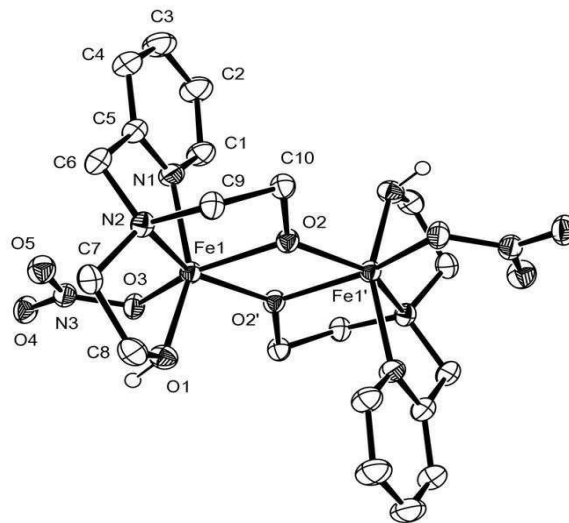
심사관 : 방성철

(54) 발명의 명칭 **신규한 복핵 Fe 착화합물, 이를 포함하는 자성 물질 및 알코올 산화반응 촉매**

(57) 요약

본 발명은 비스-에톡시-연결된 복핵 Fe(III) 착화합물에 관한 것으로서, 상기 화합물은 알코올 산화반응에 대한 촉매 효과를 보여주며, 산소 원자들을 통하여 Fe(III)이온 사이에서 강한 반강자성 상호작용을 나타낸다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

배정미

서울 노원구 동일로176길 39-12, 101동 509호 (공릉동, 현대아파트)

신중원

대구광역시 북구 대학로 80 경북대학교 초분자재료 연구실 411호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012-0228

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기초연구사업-일반연구자지원사업-기본연구지원사업

연구과제명 생체 모방 망간과 아연 착물의 합성과 응용

기여율 1/1

주관기관 한국연구재단

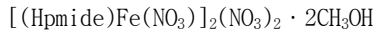
연구기간 2012.05.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

하기 화학식 1의 구조식을 가지는 비스-에톡시-연결된 복합 Fe(III) 착화합물.

[화학식 1]



H₂pmide는 N-(2-피리딜메틸)이미노디에탄올 이다.

청구항 2

청구항 1의 화학식 1의 화합물을 포함하는 자성 물질.

청구항 3

청구항 1의 화학식 1의 화합물을 포함하는 알코올의 산화반응 촉매.

청구항 4

청구항 3에 있어서, 상기 알코올의 산화반응은 *tert*-부틸 하이드로 퍼옥사이드에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 알코올의 산화반응 촉매.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 신규한 복합 Fe 착화합물, 이를 포함하는 자성 물질 및 알코올 산화반응 촉매에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 별개의 복합 금속 착화합물의 고안과 합성은 자색 산성 인산분해효소와 메탄 일산화효소와 같은 금속효소에 대한 생모방 모델에서 금속 중심의 구조적 설명과 산화환원 촉매와 자성이 기반된 분자로서 잠재적인 적용 때문에 중요성이 커지는 연구 분야이다. 상기 연구들 사이에서, 많은 비스(*m*-알콕소)-연결된 리간드를 지닌 철 복합 착화합물은 조사되어 왔다. 이는 금속효소의 메커니즘을 설명하고 철 이온들 사이에서 알콕소 리간드들을 통하여 초교환 짝이룸의 특징을 묘사하기 위해서이다. 최근, 3각모양의 N₃O 리간드인 [Fe(bpha)(NO₃)₂](NO₃)₂ (Hbpha = *N,N*-비스(2-피리딜메틸)-*N*-(2-하이드록시에틸)아민)을 지닌 비스(*m*-알콕소)-연결된 복합 Fe(III) 착화합물이 이 산소화효소에 대한 생모방 모델로써 제조되었으며, 카테콜 intradiol을 분해하는 이산소화효소 활성을 보여주었다.

[0003] 또한, 메톡시 그룹으로 연결된 복합 Fe(III) 착화합물의 구조와 자성 성질이 보고되었다. 예로써, [Fe(2,3-py₂ma)(N₃)₂(*m*-OCH₃)₂] · CH₃OH 와 [Fe(2,3-py₂ma)(NCS)₂(*m*-OCH₃)₂] (2,3-py₂ma = (2-피리딜메틸, 3-피리딜메틸)아민)이 있다.

[0004] 자성은 어떤 물질이 가지고 있는 자기적인 성질을 의미한다. 각 물질은 외부에서 자기장이 가해질 때 고유의 자성에 따라 반응한다. 대표적으로, 상자성체는 외부자기장이 가해지면 자기장 방향으로 약하게 자성을 띠고 자기장이 제거되면 자성이 사라지는 물질이다. 반면에, 반자성체는 외부자기장이 가해지면 자기장의 반대방향으로 자성을 띠는 물질이다. 강자성체는 외부자기장이 가해지면 자기장의 방향으로 강하게 자성을 띠며 외부자기장이 사라진 후에도 계속 자성을 지니는 물질이다. 강자성체는 흔히 자석으로 사용되고 있다. 반강자성체는 강자성체와 반대로 외부자기장이 가해지면 자기장 반대방향으로 자성을 지니고 자기장이 제거된 후에도 계속 같은 현상을 유지하려는 물질이다.

[0005] 산화 반응은 기질이 산화제에 의해서 산소 원자와 결합하거나 수소 원자 혹은 전자를 빼앗기는 반응이다. 기질이 알코올일 때, 알코올 산화 반응이 일어난다. 일차 알코올의 경우, 알코올은 산화제에 의해 산소와 결합하여 알데하이드를 생성하며, 더 나아가 알데하이드 또한 카르복시산으로 산화된다. 이차 알코올의 경우, 알코올은

산화제에 의해서 케톤으로 산화된다. 반면에, 삼차 알코올의 경우에는 알파자리의 탄소에 제거될 수 있는 수소가 없기 때문에 산화되지 않는다.

[0006] 또한, 촉매란 화학반응의 반응속도를 증가 또는 감소시키지만, 반응이 종료된 후에는 화학적인 변화가 없는 물질이다. 반응속도를 증가시키는 촉매는 정촉매라 하며, 반응속도를 감소시키는 촉매는 부촉매라 한다. 본 발명의 촉매는 정촉매로써 [(Hpmide)Fe(NO₃)₂]₂(NO₃)₂ · 2CH₃OH 착화합물을 사용하여 상기 알코올의 산화 반응을 촉진시켰다.

[0007] 현재, 비 헴철 착물(nonheme iron complexes)의 생모방 산화반응 화학은 많은 관심을 받고 있다. 상기 착물들은 산소를 활성화하는 수많은 비 헴철 효소와 연관 된다는 것이 규명 되어왔다. 비 헴철 효소를 모방하기 위해, 환경 친화적인 산화제인 과산화수소(H₂O₂)와 tert-부틸 하이드로 퍼옥사이드 (t-BuOOH)로 올레핀의 에폭시화 반응과 알코올 기질의 알코올 산화반응을 시킬 때 유용한 촉매가 요구된다.

발명의 내용

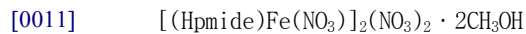
해결하려는 과제

[0008] 본 발명에서는 비스-에톡시-연결된 신규한 복합 Fe(III) 착화합물을 제공하고, X-ray 분석법을 통하여 결정 구조를 밝히며, 상기 화합물의 자성성질과 알코올의 산화 반응 촉매로써의 유용함을 밝히는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에서는 하기 화학식 1의 구조식을 가지는 비스-에톡시-연결된 복합 Fe(III) 착화합물을 제공한다.

[0010] [화학식 1]



[0012] H₂pmide는 N-(2-피리딜메틸)이미노디에탄올 이다.

[0013] 또한, 본 발명은 상기 화학식 1의 화합물을 포함하는 자성 물질을 제공한다.

[0014] 또한, 본 발명은 상기 화학식 1의 화합물을 포함하는 알코올 산화반응 촉매를 제공한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명은 비스-에톡시-연결된 복합 Fe(III) 착화합물 [(Hpmide)Fe(NO₃)₂]₂(NO₃)₂ · 2CH₃OH 을 제공함으로써, 산소 원자들을 통하여 Fe(III) 이온들 사이에서 강한 반강자성 상호작용을 제공한다.

[0016] 또한, 알코올의 산화반응 촉매로써 유용하게 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 [(Hpmide)Fe(NO₃)₂]₂(NO₃)₂ · 2CH₃OH 의 X-ray 결정 구조이다.

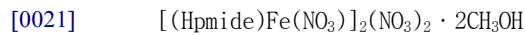
도 2는 [(Hpmide)Fe(NO₃)₂]₂(NO₃)₂ · 2CH₃OH 의 온도에 따른 유효 모멘트 μ_{eff} (x) 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.

[0019] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에서는 하기 화학식 1의 구조식을 가지는 비스-에톡시-연결된 복합 Fe(III) 착화합물을 제공한다.

[0020] [화학식 1]



[0022] H₂pmide는 N-(2-피리딜메틸)이미노디에탄올 이다.

- [0023] 상기 화학식 1에서 리간드로 작용하는 Hpimide는 H₂pimide에서 수소가 떨어져 나간 물질이다.
- [0024] 상기 화학식 1의 구성원소와 구조를 분석하기 위하여 원소분석, IR 분석 및 X-ray 분석을 실시하였다.
- [0025] 또한, 본 발명은 화학식 1의 화합물을 포함하는 자성 물질을 제공한다. 화학식 1의 [(Hpimide)Fe(NO₃)₂](NO₃)₂ · 2CH₃OH 착화합물의 고체 시료에 대한 2K 내지 300K의 온도에서 자성 민감성 (χ) 측정은 SQUID magnetometer (external field 5000 Oe)으로 측정되었다.
- [0026] 또한, 본 발명은 상기 화학식 1의 화합물을 포함하는 알코올의 산화반응 촉매를 제공한다. 본 발명에서는 환경 친화적인 산화제인 *tert*-부틸 하이드로 퍼옥사이드 (*t*-BuOOH)로 올레핀의 에폭시화 반응과 알코올 기질의 알코올 산화반응에 대한 화학식 1의 [(Hpimide)Fe(NO₃)₂](NO₃)₂ · 2CH₃OH 착화합물의 촉매 반응성을 확인하였다. 특히, 상기 화학식 1의 [(Hpimide)Fe(NO₃)₂](NO₃)₂ · 2CH₃OH 착화합물과 *t*-BuOOH의 조합은 알코올 산화반응에서 효과적이다. 상기 산화 반응에서 용매로는 주로 아세토나이트릴, 메틸렌클로라이드, 아세톤, 아세토나이트릴과 메틸렌클로라이드의 혼합물(v/v 1:1)을 사용하며, 아세토나이트릴이 가장 바람직한 용매이다.
- [0027] 이하, 본 발명을 실시예에 의해 상세히 설명한다.
- [0028] 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0029] <실시예 1>
- [0030] [(Hpimide)Fe(NO₃)₂](NO₃)₂ · 2CH₃OH의 착화합물 제조
- [0031] Fe(NO₃)₃ · H₂O 192 mg (0.476 mmol)을 메탄올 5 mL에 녹인 용액에 H₂pimide (H₂pimide = N-(2-피리딜메틸)이미노디에탄올) 100 mg (0.476 mmol)을 메탄올 5 mL에 녹인 용액을 한 방울씩 떨어뜨리면서 첨가하였다. 상기 혼합용액의 색은 진한 빨간색으로 변하며, 상기 혼합용액을 상온에서 30분 동안 교반시켰다. 상기 빨간색 혼합용액에 다이에틸 에테르(diethyl ether)를 확산방법으로 첨가하여 초록빛을 띠는 노란색의 [(Hpimide)Fe(NO₃)₂](NO₃)₂ · 2CH₃OH(이하 화학식 1의 화합물)결정을 얻었다. 상기 화학식 1의 결정은 여과를 통해 회수되며, 다이에틸 에테르로 세척하고 자연 건조시켰다. 상기 화학식 1의 화합물의 양쪽 철(III) 이온들은 Hpimide 리간드에 있는 두 개의 에톡시 그룹의 산소 원자들에 의해 연결된 비스-에톡시-연결된 diiron(III) 화합물이 얻어졌다.
- [0032] <실험예 1>
- [0033] 실시예 1의 [(Hpimide)Fe(NO₃)₂](NO₃)₂ · 2CH₃OH 착화합물의 결정 구조 분석
- [0034] 실시예 1의 [(Hpimide)Fe(NO₃)₂](NO₃)₂ · 2CH₃OH 착화합물의 구성원소와 결정 구조는 원소분석, IR 분석 및 X-ray 분석에 의해 결정되었다.
- [0035] [(Hpimide)Fe(NO₃)₂](NO₃)₂ · 2CH₃OH 착화합물의 원소분석 결과
- [0036] 분자식: C₂₀H₃₄N₈Fe₂O₁₈
- [0037] 이론치: C, 30.55; H, 4.36; N, 14.25.
- [0038] 실험치: C, 30.74; H, 4.22; N, 14.24.
- [0039] 상기 원소 분석 결과 상기 실시예 1의 [(Hpimide)Fe(NO₃)₂](NO₃)₂ · 2CH₃OH 착화합물이 생성되었다고 볼 수 있다.
- [0040] 실시예 1의 [(Hpimide)Fe(NO₃)₂](NO₃)₂ · 2CH₃OH 착화합물의 IR 스펙트럼(KBr pellet)은 1384 cm⁻¹에서 NO₃⁻ 이온의 ν_{NO}과 3471 cm⁻¹에서 Hpimide의 ν_{OH}을 나타내었다. 또한, 실시예 1의 [(Hpimide)Fe(NO₃)₂](NO₃)₂ · 2CH₃OH 착화합물은 3084, 2926, 와 2884 cm⁻¹에서 피리딘과 에톡시 그룹에 해당하는 CH 피크들을 나타내었다.
- [0041] 실시예 1의 [(Hpimide)Fe(NO₃)₂](NO₃)₂ · 2CH₃OH 착화합물은 하기 도 1에 도시된 바와 같이 단사정계 P2₁/n 공간 그룹으로 결정체를 이룬다. 또한, 단위 격자는 두 개의 복핵 착물 분자를 포함한다. 실시예 1의 [(Hpimide)Fe(NO₃)₂](NO₃)₂ · 2CH₃OH 착화합물의 비대칭 단위에서, 하나의 철(III) 이온은 하나의 양성자가 제거된

Hpmide 리간드와 NO_3^- 이온과 결합되어 있다. 즉, $\text{Fe}(\text{Hpmide})(\text{NO}_3)$ 단위는 4개의 킬레이트 가치를 가진 Hpmide 리간드의 두 개의 말단 O_{alkoxo} 를 통해서 두 개의 철(III) 이온의 연결에 의한 것이다. 두 개의 $\text{Fe}(\text{Hpmide})(\text{NO}_3)$ 단위는 실시예 1의 $[(\text{Hpmide})\text{Fe}(\text{NO}_3)]_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{OH}$ 착화합물의 무게 중심에 위치한 반전 중심을 통해서 대칭이다.

[0042] 두 개의 철(III) 이온은 같은 Hpmide 리간드로부터 나온 두 개의 다른 산소 원자에 의해서 배위되고 있다. 하나의 산소 원자는 양성자가 제거되었고, 다른 하나의 산소 원자는 양성자가 가해졌다. 각 철(III) 이온은 N_2O_4 주개 세트에 의해 6 배위의 뒤틀린 팔면체 배열을 하고 있다. 아민의 질소 원자와 두 개의 철(III) 이온을 연결하는 에톡시의 산소 원자는 Fe_2O_2 중심부의 평면에 놓여 있다. 피리딘 질소 원자와 양성자가 가해진 에톡시의 산소 원자는 팔면체에서 두 개의 축 위치를 차지하고 있다. 배위된 NO_3^- 이온의 산소 원자는 다른 Hpmide 리간드로부터 나온 에톡시 산소원자와 트랜스 위치에 있다.

[0043] $\text{Fe}-\text{N}_{\text{Hpmide}}$, $\text{Fe}-\text{O}_{\text{Hpmide}}$, 와 $\text{Fe}-\text{O}_{\text{nitrate}}$ 결합 길이의 평균은 각각 2.155(1), 1.990(1), 2.059(2) Å 이었다. 5원자 킬레이트 고리의 평균 거리와 각도는 각각 2.696(2) Å 와 $78.50(5)^\circ$ 이었다. 복핵 단위 안의 두 개의 철(III) 이온은 반전 중심으로 두 개의 에톡시 그룹으로 연결되었다. $\text{Fe1-O1-Fe1}(2-x, -y, -z)$ 의 각도는 $107.99(8)^\circ$ 이었다. 복핵 안의 가장 짧은 $\text{Fe}\cdots\text{Fe}$ 거리는 3.212(1) Å 이고 복핵 사이에서 가장 짧은 $\text{Fe}\cdots\text{Fe}$ 거리는 8.472(2) Å 이었다. 또한, Hpmide의 히드록실 산소 원자는 자유 NO_3^- 이온의 배위하지 않은 산소 원자와 강한 수소 결합을 형성하였다. ($\text{O1}\cdots\text{O6}$ 2.568(3) Å $\angle\text{O1-H11-O6}$ 168.36 $^\circ$)

[0044] <실험예 2>

[0045] 실시예 1의 $[(\text{Hpmide})\text{Fe}(\text{NO}_3)]_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{OH}$ 착화합물의 자성 분석

[0046] 상온에서, 실시예 1의 $[(\text{Hpmide})\text{Fe}(\text{NO}_3)]_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{OH}$ 착화합물에 대한 유효 자성 모멘트 $\mu_{\text{eff}} [= (8 \chi_{\text{M}} T)^{1/2}]$ 는 $5.70 \mu_{\text{B}}/\text{Fe}_2$ 이었다. 이 수치는 상당한 반강자성 결합을 암시하는 별개의 두 개의 Fe^{III} spins ($g = 2, S = 5/2$)에서 예상되는 $8.37 \mu_{\text{B}}/\text{Fe}_2$ 의 spin-only 수치보다 작았다.

[0047] 하기 도 2에 도시된 바와 같이 $\mu_{\text{eff}}(T)$ 은 철(III) 이온들 사이의 반강자성 상호작용의 존재에 의해서 온도가 감소함에 따라 감소하였다. $\mu_{\text{eff}}(T)$ 데이터는 Hamiltonian $H = -2JS_1 \cdot S_2$ ($S_1 = S_2 = 5/2$)을 기반으로 짝지은 $S = 5/2$ 복핵 스핀 모델의 $\chi(T)$ 에 대한 분석적 표현에 일치시켰다. 가장 좋은 적합상태는 $J = -23.5 \text{ cm}^{-1}$, $g = 2.0$, 스핀 불순물 및 $\rho = 0.024$ ($\text{TIP} = 400 \times 10^{-6} \text{ emu/mol}$)을 가졌다.

[0048] 실시예 1의 $[(\text{Hpmide})\text{Fe}(\text{NO}_3)]_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{OH}$ 착화합물의 J 수치는 ethoxo그룹이 ca. 3.21 Å으로 분리된 두 개의 철(III) 이온들 사이에서 반강자성 결합을 중재한다는 것을 나타내고 있다. 실시예 1의 $[(\text{Hpmide})\text{Fe}(\text{NO}_3)]_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{OH}$ 착화합물의 결합 상수는 $[\text{Fe}_2(\text{dbe})_2(\text{bz})_2](\text{ClO}_4)_2$ 와 $[\text{PH}(t\text{-Bu})_3]_2[\text{Fe}_2(\mu\text{-OEt})_2\text{Cl}_6]$ (dbe = 2-[비스(2-벤지미다졸리메틸)아미노)에탄올라토; bz = 벤조에이트)에 대한 각각 -20.5 와 -24.6 cm^{-1} 로 비슷하였다.

[0049] 상기 측정값을 통하여 실시예 1의 $[(\text{Hpmide})\text{Fe}(\text{NO}_3)]_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{OH}$ 착화합물은 반강자성 특성을 가지고 있다는 것을 확인하였다.

[0050] <실험예 3>

[0051] 실시예 1의 $[(\text{Hpmide})\text{Fe}(\text{NO}_3)]_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{OH}$ 착화합물의 올레핀과 알코올의 산화 반응

[0052] 기질 (0.3 mmol)과 상기 실시예 1의 $[(\text{Hpmide})\text{Fe}(\text{NO}_3)]_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{OH}$ 착화합물 (1.2×10^{-3} mmol)을 아세토나이트릴에 녹인 용액에 tert-부틸 하이드로 퍼옥사이드 (0.03 mmol)을 첨가하여 50 $^\circ\text{C}$ 에서 하루 동안 교반시켰다.

표 1은 온화한 조건에서 다양한 알코올의 산화 반응에 대한 높은 촉매 활성을 보여주고 있다.

[0053] 사이클로헥산올(entry 1), 시스-2-메틸사이클로헥산올(entry 2) 및 엔도-노본에올(entry 4)은 상응하는 케톤으로 92 내지 96%의 수득율로 정량적으로 산화되었다.


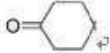
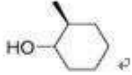
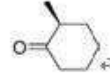
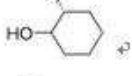
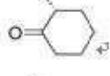
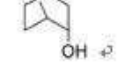
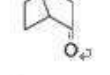
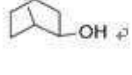
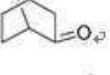
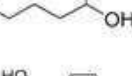
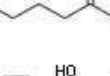

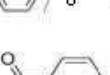
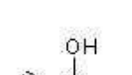



[0054] 반면, 시스-2-메틸사이클로헥산올(entry 2)과 트랜스-2-메틸사이클로헥산올(entry 3), 엔도-노본에올(entry 4)과 엑소-노본에올(entry 5)을 각각 비교해보았을 때 트랜스-2-메틸사이클로헥산올(entry 3)과 엑소-노본에올(entry 5)처럼 구조적으로 방해 받고 있는 알코올은 같은 반응 조건에서 상응하는 케톤으로 69% 및 65%의 수득율을 보였으며, 구조적으로 방해를 받고 있지 않는 알코올에 비하여 산화반응이 효율적으로 일어나지 않았다.

[0055] 또한, 선형 지방족 이차 알코올인 2-헥산올(entry 6)은 62%의 수율로 2-헥사논으로 전환되었다.

[0056] 일차 벤질 알코올(entry 7)과 이차 벤질 알코올(entry 8)은 산화적 탈수소화 반응으로 높은 반응성을 보였다. 일차 벤질 알코올(entry 7)은 알데하이드의 추가 산화 생성물인 벤조산의 매우 소량(수득율 5%)과 함께 순조롭게 벤즈알데하이드로 산화되었다. 벤질기를 포함하는 알코올의 경쟁 실험에서, 일차 벤질 알코올(entry 7)은 입체장애로 인한 이차 벤질 알코올(entry 8)보다 약 두 배 이상 반응하였다.

[0057] 또한, 본 알코올 산화반응의 촉매는 지방족 알릴 알코올(entry 9)의 산화반응에도 적용할 수 있으며, 에폭시화 반응과 산화반응 모두 일어난다. 그러나 이에 상응하는 케톤과 에폭시의 수득율은 91%와 9%로 현저한 차이를 보이며 에폭시화 반응보다 산화반응이 훨씬 우세하다는 것을 알 수 있다.

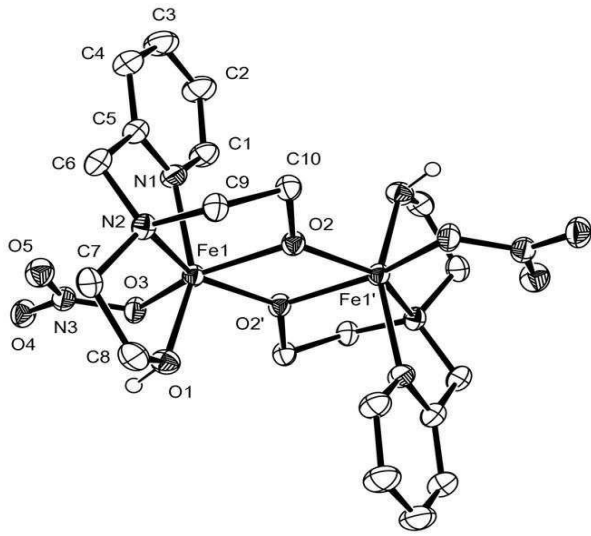
표 1

Entry ^a	Substrate ^a	Product ^a	Yield ^a
1 ^a			98±5 ^a
2 ^a			92±7 ^a
3 ^a			69±1 ^a
4 ^a			95±3 ^a
5 ^a			65±1 ^a
6 ^a			62±1 ^a
7 ^a			90±5/5±1 ^a
8 ^a			100 ^a
9 ^a			90±6/9±1 ^a

[0058]

도면

도면1



도면2

